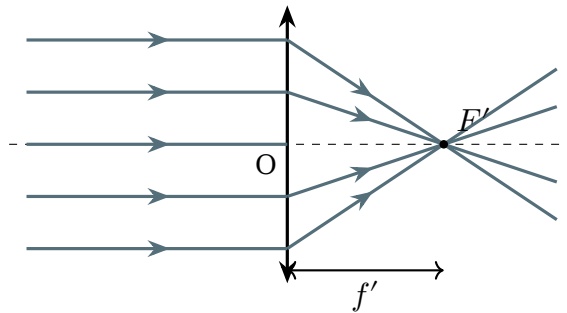


Lentilles minces convergentes

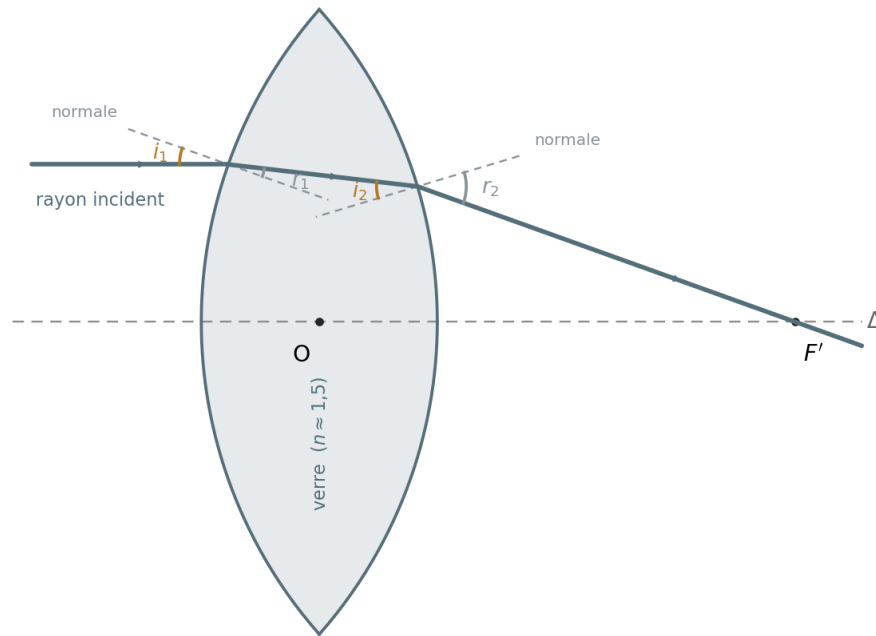
Une loupe, un objectif d'appareil photo, le cristallin de l'œil : partout où il faut former une image, on trouve une lentille convergente. Cette fiche rappelle le vocabulaire, les trois rayons qui permettent de construire une image, et les relations qui permettent de la calculer.

1. La lentille mince convergente

Une lentille convergente est un bloc de verre ou de plastique à **bords minces** : plus épaisse en son centre que sur ses bords. Sa propriété fondamentale s'observe en l'éclairant par un faisceau de rayons **parallèles à l'axe optique** : à la sortie, tous les rayons convergent en un même point de l'axe de symétrie.



Ce point de convergence est le **foyer image** F' de la lentille, et la distance $f' = OF'$ est sa **distance focale**. La déviation de la direction de propagation à la traversée de la lentille n'a rien de mystérieux : c'est la **réfraction**, étudiée en seconde — le rayon est réfracté à l'entrée puis à la sortie du verre, et la forme à bords minces organise ces réfractions pour faire converger tout le faisceau.

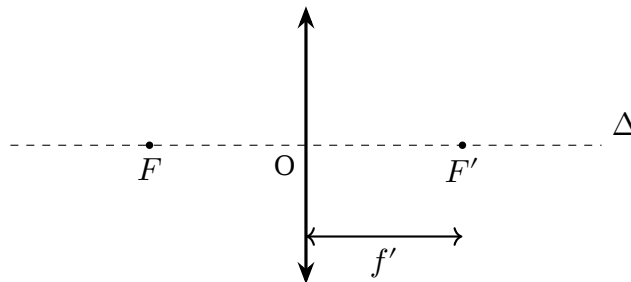


Détail (échelle exagérée) de la traversée d'une lentille convergente : le rayon parallèle à l'axe est réfracté à l'entrée puis à la sortie du verre, chaque fois selon la loi de Snell-Descartes, ce qui le rabat vers le foyer image F' .

Lentille mince convergente

Une **lentille mince convergente** est caractérisée par :

- son **centre optique** O et son **axe optique** Δ (axe de symétrie, perpendiculaire à la lentille en O) ;
- son **foyer image** F' : tout rayon incident parallèle à l'axe émerge en passant par F' ;
- son **foyer objet** F , symétrique de F' par rapport à O ;
- sa **distance focale** $f' = OF' > 0$, et sa **vergence** $C = 1/f'$, en **dioptries** ($1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$, avec f' en mètres).



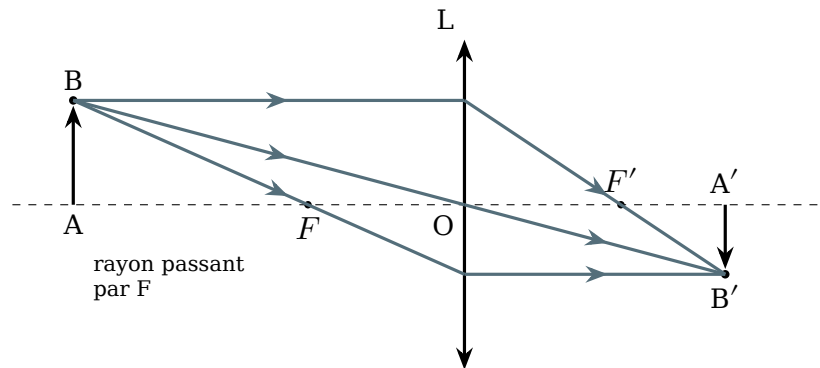
Exemple. Une lentille de vergence $C = 2,0 \delta$ a pour distance focale $f' = 1/C = 0,50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$.

2. Les trois rayons particuliers

Rayons particuliers

Pour construire une image, trois rayons issus d'un point B de l'objet ont une marche connue :

1. le rayon passant par le **centre optique** O n'est **pas dévié** ;
2. le rayon incident **parallèle à l'axe** émerge en passant par le **foyer image** F' ;
3. le rayon passant par le **foyer objet** F émerge **parallèle à l'axe**.



Les trois rayons issus de B se **croisent tous au même point** B' : ce concours n'a rien d'un hasard, c'est la définition même de l'image — tous les rayons issus de B, pas seulement les trois particuliers, convergent en B' .

3. Construire l'image d'un objet

Construction d'une image

Pour construire l'image $A'B'$ d'un objet AB perpendiculaire à l'axe (A sur l'axe) :

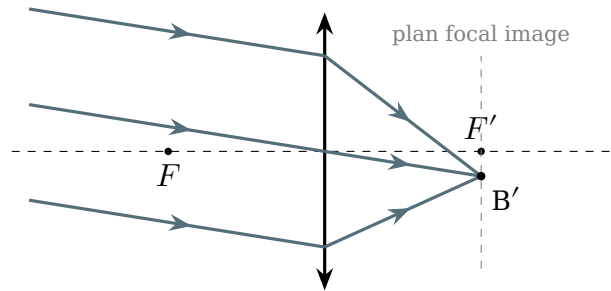
1. tracer **deux** des trois rayons particuliers issus de B (le troisième sert de vérification) ;
2. leur intersection donne B' ;
3. A' est la projection de B' sur l'axe optique.

Exemple. Sur la figure du §2, l'objet AB (avec A en $(-4,5 ; 0)$) donne une image $A'B'$ **réelle** (les rayons s'y croisent effectivement : on peut la recueillir sur un écran), **renversée**, et ici plus petite que l'objet.

Objet à l'infini

Un objet est dit « à l'infini » quand il est assez lointain pour que les rayons issus d'un même point arrivent **parallèles** entre eux. Son image se forme alors **dans le plan focal image** (plan perpendiculaire à l'axe en F') : sur l'axe pour un point dans

l'axe, hors de l'axe pour un point vu sous un angle.



Exemple. Dans un appareil photo visant un paysage lointain, le capteur est placé dans le plan focal image de l'objectif : c'est là que le paysage est net.

Remarquer que, dans une telle situation, un seul rayon suffit pour trouver l'image. B' est en effet située à l'intersection du rayon passant par le centre optique et du plan focal image.

4. Relation de conjugaison et grandissement

La construction donne l'image; deux relations permettent de la **calculer**. Elles s'écrivent avec des **grandeurs algébriques** : l'axe optique est orienté dans le sens de la lumière et l'axe vertical vers le haut; chaque position ou taille porte un **signe** ($\overline{OA} < 0$ pour un objet réel, placé avant la lentille).

Relation de conjugaison et grandissement

Pour une lentille mince donnant de A une image A' :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

γ est un nombre sans unité : $|\gamma| > 1$ pour une image plus grande que l'objet, et $\gamma < 0$ pour une image **renversée**.

Exemple. Objet à 30 cm d'une lentille de distance focale $f' = 10$ cm : $\overline{OA} = -30$ cm, donc

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{-30} \implies \overline{OA'} = +15 \text{ cm},$$

puis $\gamma = 15/(-30) = -0,50$: l'image est réelle (15 cm **après** la lentille), renversée, deux fois plus petite que l'objet.

Pièges fréquents

- **Les signes d'abord** : dans la relation de conjugaison, chaque grandeur s'écrit **avec son signe** ($\overline{OA} = -30$ cm, pas 30). Un résultat aberrant vient presque toujours d'un signe oublié.
- La vergence se calcule avec f' **en mètres** ($1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$) : $f' = 50$ cm donne $C = 2,0 \delta$, pas 0,02.
- Ne pas échanger les rôles des foyers : parallèle à l'axe $\rightarrow F'$ (après la lentille) ; par F (avant la lentille) $\rightarrow$ parallèle.
- Ne pas confondre **grandissement** γ (rapport de **tailles**, objets et images à distance finie) et **grossissement** (rapport d'**angles**, pour les instruments d'observation).
- Deux rayons suffisent à construire B' — mais le troisième est un **contrôle gratuit** : s'il ne passe pas par B' , la construction est fautive.

5. Auto-test

Répondez avant de regarder les corrigés.

1. Une lentille a une distance focale $f' = 25$ cm. Calculer sa vergence.
2. Sans calcul : un objet est placé **avant** le foyer objet F d'une lentille convergente (plus loin que F). Comment construire son image ? Quelles sont ses caractéristiques ?
3. Un objet de 2,0 cm de haut est placé à 15 cm d'une lentille de distance focale $f' = 10$ cm. Calculer la position de l'image, le grandissement, puis la taille et le sens de l'image.
4. Où se forme l'image d'un objet « à l'infini » ? Pourquoi ?
5. Sur une construction, les rayons « par O » et « parallèle puis F' » se croisent en un point, mais le rayon « par F puis parallèle » passe à côté. Que faut-il en conclure ?

Corrigés

1. $C = 1/f' = 1/0,25 = 4,0 \delta$ (avec f' en mètres).
2. On trace deux rayons particuliers issus du sommet B : par le centre O (non dévié) et parallèle à l'axe (émerge par F') ; leur intersection donne B' , dont la projection sur l'axe donne A' . L'image est **réelle** et **renversée** (comme au §2).
3. $\overline{OA} = -15$ cm : $1/\overline{OA'} = 1/10 + 1/(-15)$ d'où $\overline{OA'} = +30$ cm ; $\gamma = 30/(-15) = -2,0$; l'image mesure $2,0 \times 2,0 = 4,0$ cm, elle est **renversée** ($\gamma < 0$) et réelle, à 30 cm après la lentille.
4. Dans le **plan focal image** : les rayons issus d'un point à l'infini arrivent parallèles entre eux, et un faisceau parallèle converge dans ce plan (sur l'axe s'il est parallèle à l'axe, en dehors sinon).
5. Que la construction comporte une **erreur** (un tracé approximatif ou un foyer mal placé) : les trois rayons particuliers issus de B doivent se couper **au même point** B' .